

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑩ **Offenlegungsschrift  
DE 198 52 853 A 1**

⑨ Int. Cl. 6:  
**F 24 H 9/18**  
H 01 M 8/04  
H 01 M 8/06

⑲ Aktenzeichen: 198 52 853.1  
⑳ Anmeldetag: 11. 11. 98  
㉑ Offenlegungstag: 1. 7. 99

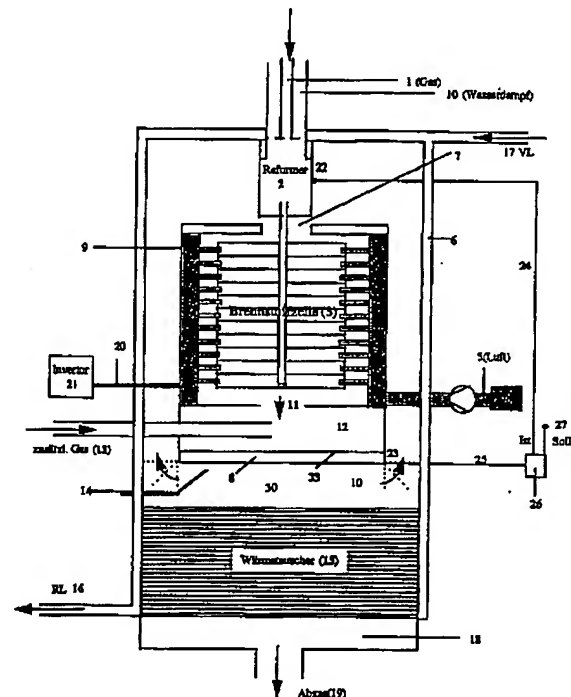
**DE 198 52 853 A 1**

③① Unionspriorität:  
1946/97 18. 11. 97 AT  
③② Anmelder:  
Joh. Vaillant GmbH u. Co, 42859 Remscheid, DE  
③③ Vertreter:  
Heim, J., Dipl.-Ing., 42857 Remscheid

⑦② Erfinder:  
Ro, Seonhi, Dr., 42897 Remscheid, DE; Scholten,  
Anton, Utrecht, NL

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

- ③④ Kraft-Wärme-Kopplungsanlage  
③⑤ Wasserheizanordnung mit einem Wärmetauscher (15) und einer durch eine Brennstoffzelle (3) gebildeten Wärmequelle, wobei dem Brennstoffzellenstapel (3) ein Reformer (2) zur Aufspaltung von Erdgas vorgeschaltet ist, der mit Gas versorgbar ist, und der Brennstoffzellenstapel (3) mit einem Lufteinlaß versehen ist und der Wärmetauscher (15) von der Abwärme des Brennstoffzellenstapels (3) beaufschlagt ist. Um einen kompakten Aufbau zu ermöglichen, ist vorgesehen, daß der Reformer (2) und der Brennstoffzellenstapel (3) sowie der Wärmetauscher (15) in einer gemeinsamen Brennkammer (30) angeordnet sind, die mit einem Abgasabzug (18) versehen ist, wobei zwischen der Brennstoffzelle (3) und dem Wärmetauscher (15) ein Zusatzbrenner (8, 8', 8'') angeordnet ist, der im Abgasstrom des Brennstoffzellenstapels (3) liegt.



**DE 198 52 853 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit Brennstoffzellen gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Bei bekannten derartigen Anordnungen sind die einzelnen Elemente separat angeordnet und mit entsprechenden Leitungen miteinander verbunden. Dabei ergibt sich der Nachteil einer aufwendigen Montage und eines schlechten Gesamtwirkungsgrades. Außerdem treten aufgrund der Leitungen und der damit verbundenen relativ großen Oberflächen, die sich auch durch die einzeln angeordneten Bauteile ergeben, auch erhebliche Abstrahlungsverluste auf.

Ziel der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit Brennstoffzellen der eingangs erwähnten Art vorzuschlagen, die sich durch einen einfachen Aufbau und einen nur geringen Wärmeverlust auszeichnet. Bei einer solchen Anordnung ergibt sich der Vorteil, daß die bei der Umsetzung des Brenngases mit der Luft entstehende Wärme sowohl in den Brennstoffzellen als auch im Zusatzbrenner vom Wärmetauscher genutzt werden kann.

Erfindungsgemäß wird dies bei einer Anordnung der eingangs erwähnten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 erreicht.

Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen ist sichergestellt, daß sich nur sehr kurze Rohrleitungen ergeben und bei manchen Verbindungen kann auf solche überhaupt verzichtet werden.

So kann die Brennstoffzelle direkt an den Reformier anschließen, und die Abgase der Brennstoffzelle können über dem Zusatzbrenner den Wärmetauscher beaufschlagen, wobei eine effektive Wärmenutzung aufzeichnet. Dabei ergibt sich durch die vorgesehene gemeinsame Brennkammer auch der Vorteil einer Verminderung der Abstrahlungsverluste.

Außerdem ist es durch die erfindungsgemäß vorgesehene Anordnung eines Zusatzbrenners auch möglich, den im Abgas der Brennstoffzelle noch vorhandenen Luftüberschuß für die Verbrennung des Gases im Zusatzbrenner zu nutzen und die dabei gewonnene Wärme dem Wärmetauscher zuzuführen.

Durch die Merkmale des Anspruches 2 ergibt sich der Vorteil, daß auf einfache Weise ein modulierender Betrieb möglich ist, bei dem je nach Wärmebedarf mehr oder weniger Gas dem Brenner zusätzlich zugeführt werden kann. Dabei ergibt sich durch die sauerstoffreichen Abgase der Brennstoffzelle eine sehr gute Verbrennung des zugesetzten Gases.

Durch die Merkmale des Anspruches 3 ergibt sich der Vorteil, daß in der Startphase zweckmäßigerweise auch der Zusatzbrenner in Betrieb genommen wird, so daß der Reformier durch die zurückgeführten heißen Abgase rasch seine Betriebstemperatur erreicht. Nach dem Erreichen der Betriebstemperatur des Reformiers kann die Abgasrückführung mittels der Klappe abgeschlossen werden, wobei diese zweckmäßigerweise in Abhängigkeit von der Temperatur des Reformiers gesteuert ist.

Durch die Merkmale des Anspruches 4 ist sichergestellt, daß der Brenner die Brennstoffzelle umgibt. Dadurch kann die Betriebstemperatur der Brennstoffzelle sehr einfach aufrecht erhalten werden. Außerdem ergibt sich auch ein sehr kompakter Aufbau.

Die Merkmale des Anspruches 5 ermöglichen einen sehr flexiblen Betrieb der Anordnung. Dabei gelangt nur ein Teil des Abgases der Brennstoffzelle zum Brenner, wodurch sich eine hohe Zündfähigkeit des Brenngasgemisches über einen weiten Modulationsbereich ergibt. Dies ist durch eine gezielte Kontrolle der Abgasmischungsrate, das ist der Volu-

menstrom des Abgases der Brennstoffzelle zum Volumenstrom der frischen Luft, erreichbar. Dabei wird das nicht dem Brenner zugeführte Abgas der Brennstoffzelle direkt dem Wärmetauscher zugeführt. Außerdem kann der Anteil der Abgasströme je nach den Betriebsbedingungen gesteuert werden.

Besonders niedrige Wärmeabstrahlungsverluste ergeben sich durch die Merkmale des Anspruches 6. Außerdem ergibt sich dadurch ein sehr kompakter Aufbau.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 bis 4 schematisch verschiedene Ausführungsformen erfindungsgemäßer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit Brennstoffzellen.

Bei der Ausführungsform nach der Fig. 1 weist die Anordnung einen Reformier 2 auf, in den eine Gasleitung 1 und eine Wasserdampf-Leitung 10 mündet.

Im Bereich des Reformiers 2 werden das Gas und Wasserdampf zu Wasserstoff und Kohlendioxid umgesetzt. Bei den Hochtemperatur-Brennstoffzellen ist die 100%ige Umsetzung nicht notwendig. Diese umgesetzten Gase werden auf der Anodenseite 7 der Brennstoffzellenstapel 3 zugeführt. Auf die Kathodenseite der Brennstoffzellenstapel 3 wird die über die Luftleitung 5 strömende Luft zugeführt. Der von einem Wärme aufnehmenden Medium durchströmte Doppelmantel umschließt die Brennkammer 30.

Das Gehäuse 9 des Brennstoffzellenstapels 3 ist nach dem Reformier 2 angeordnet, wobei innerhalb dieses Gehäuses 9 des Brennstoffzellenstapels ein Zusatzbrenner 8 gehalten ist.

In die zwischen den Wänden dieses Gehäuses 9, dem Zusatzbrenner 8 und dem Brennstoffzellenstapel 3 verbleibenden Kammer 12, in die auch der Auslaß 11 des Brennstoffzellenstapels 3 mündet, mündet auch eine Zusatzgasleitung 13, über die dem Brenner 8 zusätzliches Gas zugeführt werden kann.

Weiter ist eine Zündeinrichtung 14 an der Ausströmseite des Zusatzbrenners 8 vorgesehen.

Weiter ist ein Wärmetauscher 15 vorgesehen, der vom Abgas des Zusatzbrenners 8 beaufschlagt ist, und an eine Rücklaufleitung 16 angeschlossen und mit dem als Doppelmantel ausgebildeten Gehäuse 6 hydraulisch verbunden ist, das an eine Vorlaufleitung 17 angeschlossen ist.

Stromab des Wärmetauschers 15 ist ein Abgassammler 18 mit einer Abgasleitung 19 angeordnet.

Weiter ist der Stromsammler 33 des Brennstoffzellenstapels 3, über in einem Schutzrohr 20 geführte Leitungen mit einem an der Außenseite des Gehäuses 6 angeordneten Inverter 21 verbunden, der den von dem Brennstoffzellenstapel 3 erzeugten Gleichstrom in Wechselstrom umsetzt.

Im Bereich des Reformiers 2 und in dem zwischen dem Zusatzbrenner 8 und dem Wärmetauscher 15 gelegenen Bereich sind Temperaturfühler 22 angeordnet, die über Signalleitungen 24, 25 mit einer Steuerung 26 verbunden sind, an der auch ein Sollwertgeber 27 angeschlossen ist.

Beim Betrieb der Anordnung wird Erdgas über die Gasleitung 1 dem Reformier 2 zugeführt, dem auch Wasserdampf über die Wasserdampf-Leitung 10 zugeführt wird. Der Reformier 2 setzt Erdgas und Wasserdampf in Wasserstoff und Kohlenmonoxid um. Der Wasserstoff, der bei Hochtemperatur-Brennstoffzellen keine hohe Reinheit aufweisen muß, wird in dem Brennstoffzellenstapel 3 verarbeitet, wobei Gleichstrom gewonnen wird, der im Inverter in Wechselspannung umgewandelt wird.

Die Abgase des Brennstoffzellenstapels 3, die ausreichend Sauerstoff enthalten, gelangen zum Zusatzbrenner 8, wobei in die Mischkammer 12, die vom Zusatzbrenner 8 begrenzt ist, noch zusätzliches Gas über die Zusatzgasleitung

13 zugeführt wird. Die zusätzlich zugeführte Gasmenge kann dabei je nach der vorliegenden Wärmeanforderung variiert werden.

Das aus dem Brenner 8, der entsprechende Ausströmöffnungen aufweist, austretende brennbare Gasgemisch wird mittels der Zündeinrichtung 14 gezündet und verbrannt.

Die dabei entstehenden Brenngase beaufschlagen den Wärmetauscher 15 und geben auch Wärme an den Doppelmantel 6 ab, der die gemeinsame Brennkammer 30 begrenzt.

Das entsprechend abgekühlte Abgas strömt über die Abgasleitung 19 ab.

Bei der Ausführungsform nach der Fig. 2 ist der Reformier 2 und der Brennstoffzellenstapel 3 in einem Gehäuse 6 angeordnet, das durch den Zusatzbrenner 8" abgeschlossen ist.

Aus dem Brennraum 30 zwischen dem Brenner 8" und dem Wärmetauscher 15 führt eine Abgasrückföhrleitung 29 weg und mündet in den Reformier 2, wobei in dieser Leitung 29 eine Klappe 31 zur Steuerung der Durchströmung und ein Gebläse 32 angeordnet sind, mit dem eine Durchströmung erzwungen werden kann.

Mittels der Abgasrückföhrleitung 29 können während der Startphase der Anordnung heiße Brenngase um den Reformier 2 zugeführt werden, so daß dieser rasch seine Betriebstemperatur erreicht und das diesem zugeführte Erdgas aufspaltet.

Bei der Ausführungsform nach der Fig. 3 sind der Reformier 2 und der über diesem angeordnete Brennstoffzellenstapel 3 vom Brenner 8' umgeben.

Damit wird der Brenner 8' von der Gesamtheit der Abgase der Brennstoffzelle 3 beaufschlagt. Weiter ist der Brenner 8' an eine Gasleitung 13' angeschlossen, die die zum Reformier 2 führende Gasleitung 1 im wesentlichen koaxial umgibt.

Bei dieser Lösung ergibt sich während der Startphase durch die Strahlungswärme des Brenners 8' eine rasche Erwärmung der Brennstoffzelle 3 auf deren Betriebstemperatur.

Die alternative Ausführungsform ist, daß der Brenner 8' nur die Mantelflächen der Brennstoffzelle 3 umschließt. Dadurch strömt ein Teil der Abgase des Brennstoffzellenstapels 3 über stirnseitig gelochtes Blech in die Brennkammer. Weiter umgibt bei dieser Ausführungsform der Reformier 2 die Gasleitung 1, wobei die Wasserdampfleitung 10 die Gasleitung 1 konzentrisch umgibt und diese wieder von der Zusatzgasleitung 13' konzentrisch umgeben ist.

Bei allen dargestellten Lösungen kann der Zusatzbrenner 8, 8', 8" modulierend betrieben werden.

net, daß der Auslaß (11) der Brennstoffzelle (3) in einer Kammer (12) angeordnet ist, in die eine Zusatz-Gasleitung (13) mündet und die durch den Brenner (8) abgeschlossen ist.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem zwischen dem Brenner (8) und dem Wärmetauscher (15) eine Abgasrückföhrleitung (29) wegföhrt und zum Reformier (2) für die Vorwärmung des Reformers (2) in der Startphase mündet, wobei eine Klappe (31) zur Steuerung der Abgasrückföhrleitung (29) vorgesehen ist.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Brenner (8') im wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist, den Brennstoffzellenstapel (3) umschließt und auch stirnseitig überdeckt, wobei der Brenner (8') mit der zusätzlichen Gaszuföhrleitung (13') versehen ist.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Brenner (8') die Mantelfläche des Brennstoffzellenstapels (3) umschließt und die Stirnfläche (33) des Brennstoffzellenstapels (3) als freie Austrittsfläche für einen Teil der Abgase des Brennstoffzellenstapels (3) in die Brennkammer (30) und für einen anderen Teil der Abgase (34) des Brennstoffzellenstapels (3) in den Zusatzbrenner (8') vorgesehen ist.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher (15) in der Brennkammer (30) angeordnet und mit dem Doppelmantel (6) hydraulisch verbunden ist, der den Brenner (8, 8', 8") und den Brennstoffzellenstapel (3) umgibt.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

#### Patentansprüche

1. Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit Brennstoffzellen mit einem Wärmetauscher (15) und einer durch eine Brennstoffzelle (3) gebildeten Wärmequelle, wobei dem Brennstoffzellenstapel (3) ein Reformier (2) zur Aufspaltung von Erdgas vorgeschaltet ist, der mit Gas versorgbar ist, und der Brennstoffzellenstapel (3) mit einem Lufteinlaß (5) versehen ist und der Wärmetauscher (15) von der Abwärme eines Zusatzbrenners (8) beaufschlagt ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Reformier (2), der Brennstoffzellenstapel (3) und der Zusatzbrenner (8) sowie der Wärmetauscher (15) in einer Brennkammer (30) angeordnet sind, die mit einem Abgasabzug (18) versehen ist, wobei zwischen dem Brennstoffzellenstapel (3) und dem Wärmetauscher (15) ein Zusatzbrenner (8, 8', 8") angeordnet ist, der im Abgasstrom des Brennstoffzellenstapels (3) liegt.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- Leerseite -

Fig. 1

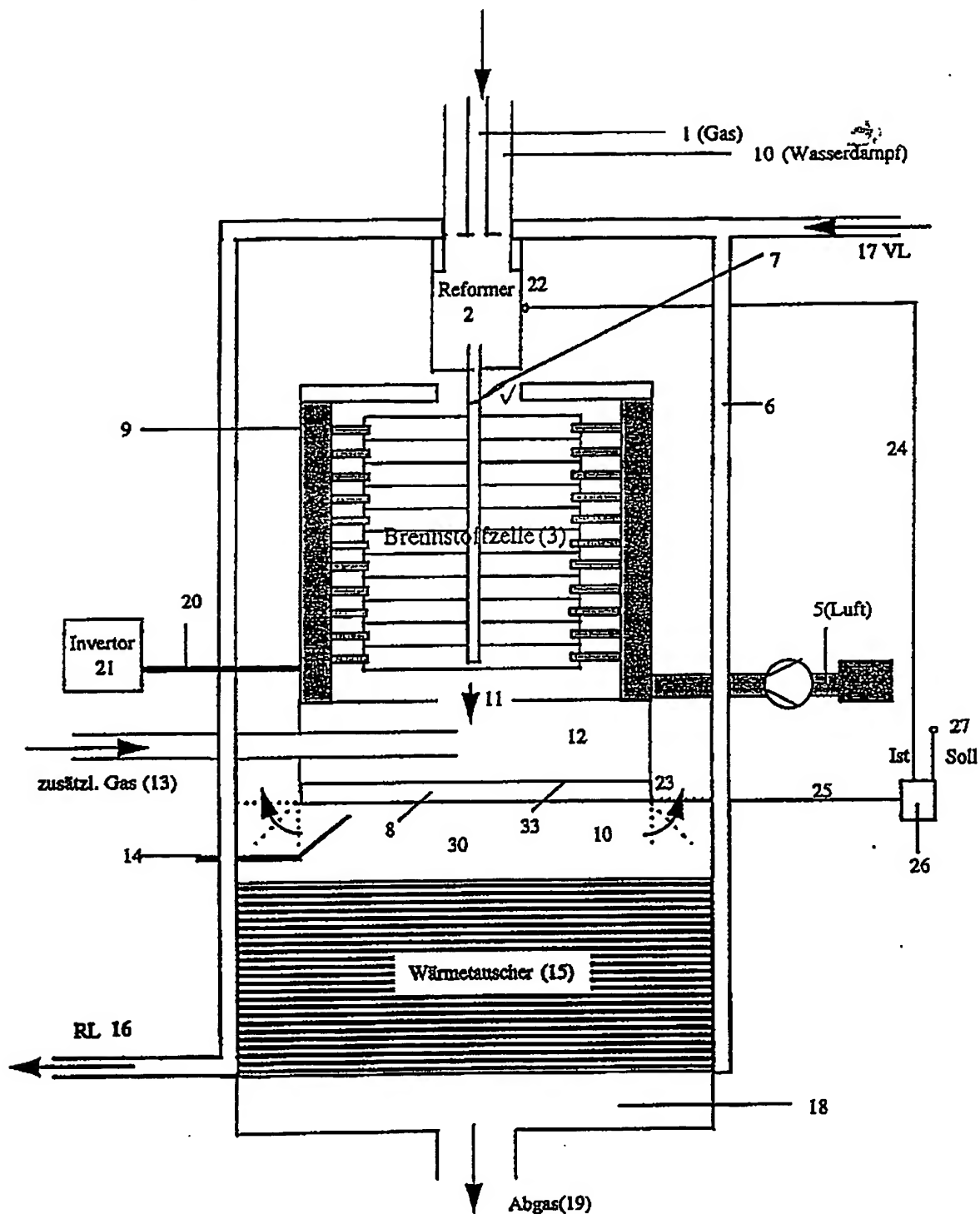


Fig. 2

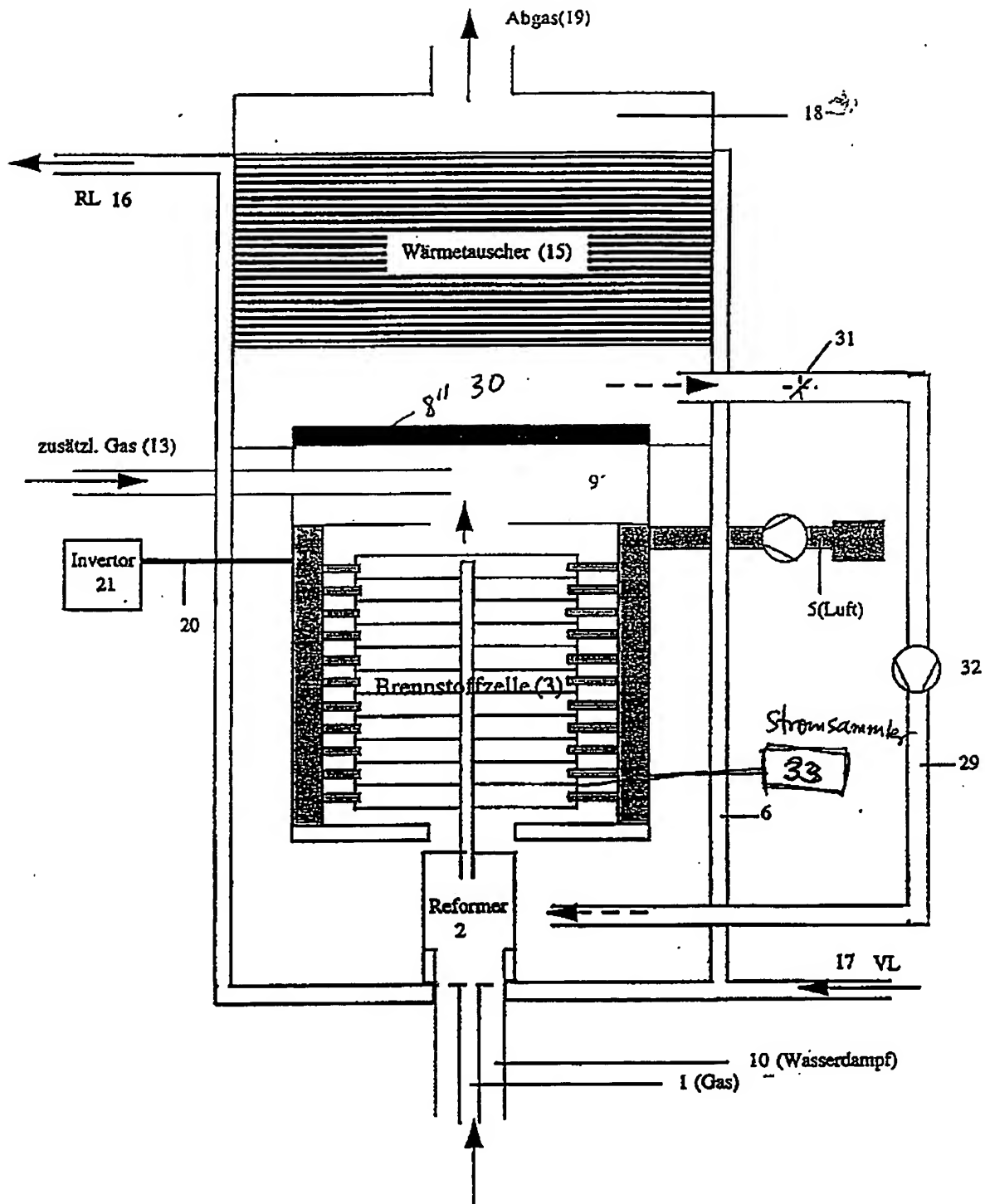
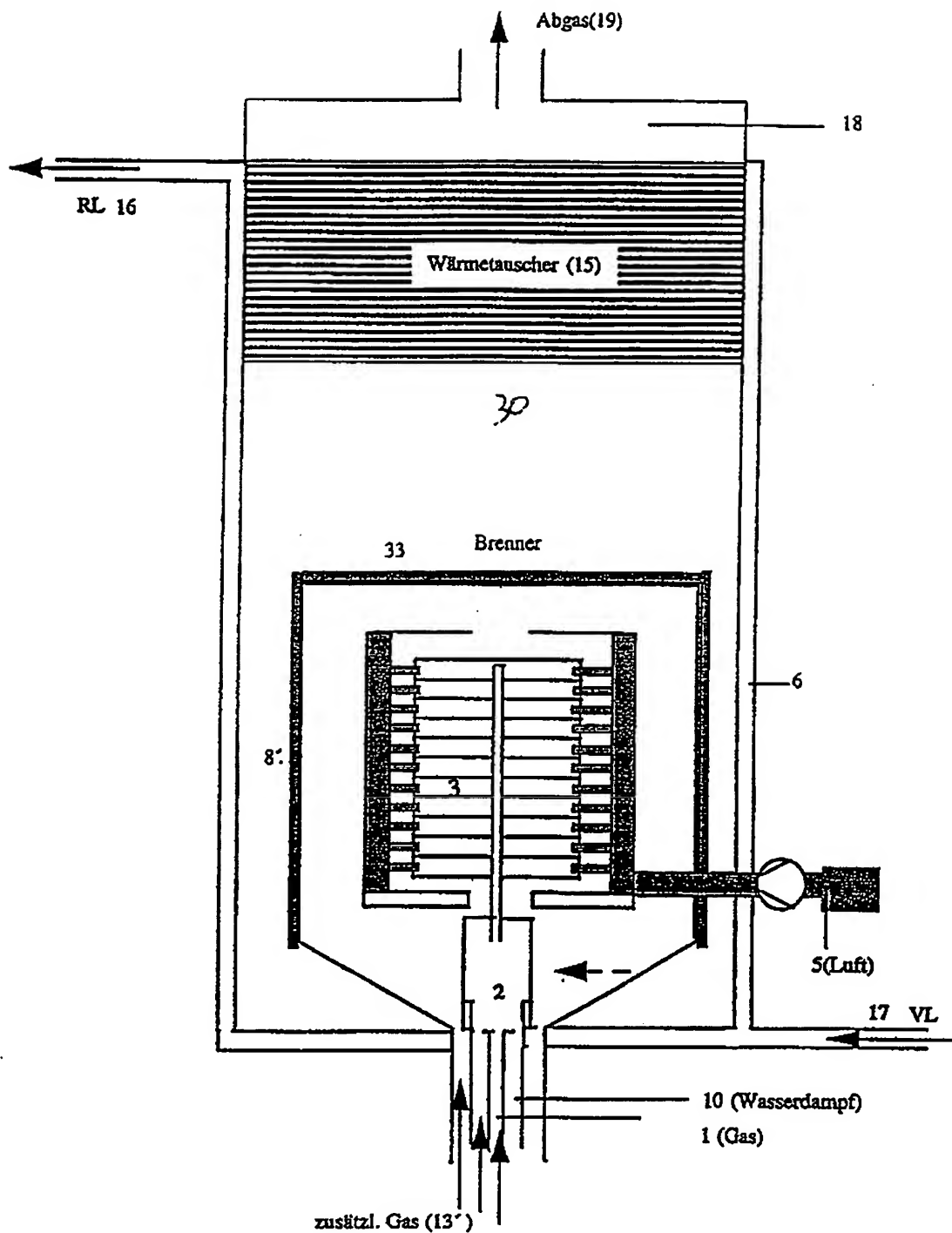
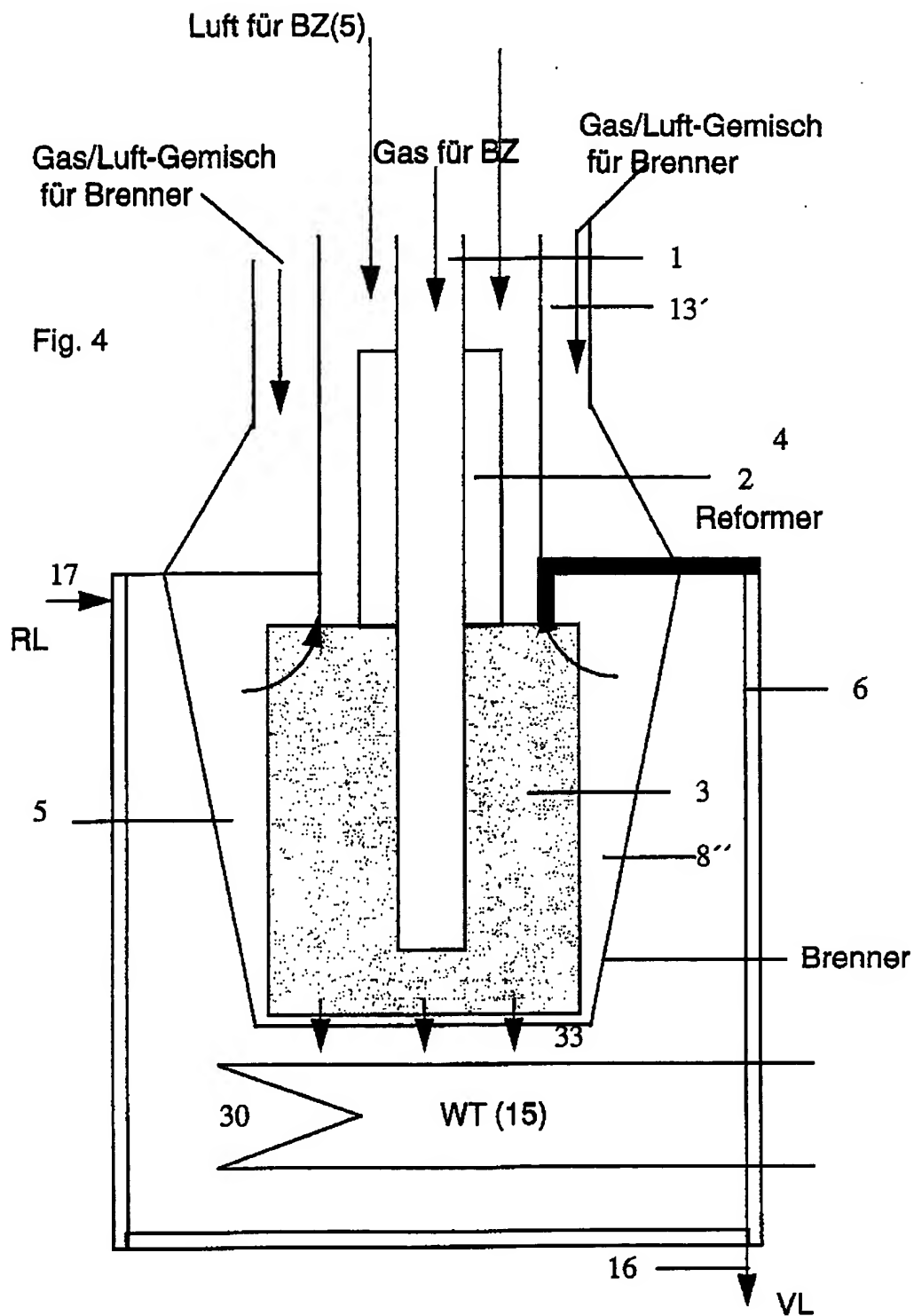


Fig. 3







**DE 198 52 853**

**Power-heat coupling system with fuel cells with heat exchanger and heat source formed by fuel cell**

The Power-Heat coupling system has fuel cells with a heat exchanger (15) and a heat source formed by a fuel cell (3). The fuel stack (3) has a preconnected reformer (2) for splitting earth gas, which is suppliable with gas. The fuel cell stack is provided with an air inlet (5). The heat exchanger (15) is acted on with the waste heat of an auxiliary burner (8). The reformer (2), the fuel cell stack (3) and the auxiliary burner also the heat exchanger are arranged in a combustion chamber (30), which is provided with an exhaust gas flue. So that an auxiliary burner (8) is arranged between the fuel cell stack (3) and the heat exchanger, which lies in the exhaust gas flow of the fuel cell stack.